



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**
⑩ **DE 199 19 841 A 1**

②1 Aktenzeichen: 199 19 841.1
②2 Anmeldetag: 30. 4. 1999
④3 Offenlegungstag: 2. 11. 2000

⑤1 Int. Cl. 7:
B 60 T 8/32
B 60 T 8/40
B 60 T 8/48
B 60 T 8/60
B 60 T 8/00

DE 199 19 841 A 1

⑦1 Anmelder:
Continental Teves AG & Co. oHG, 60488 Frankfurt,
DE

⑦2 Erfinder:
Latarnik, Michael, 61381 Friedrichsdorf, DE; Führer,
Jochen, 64287 Darmstadt, DE; Bender, Markus,
60388 Frankfurt, DE; Scheller, Tobias, 65931
Frankfurt, DE

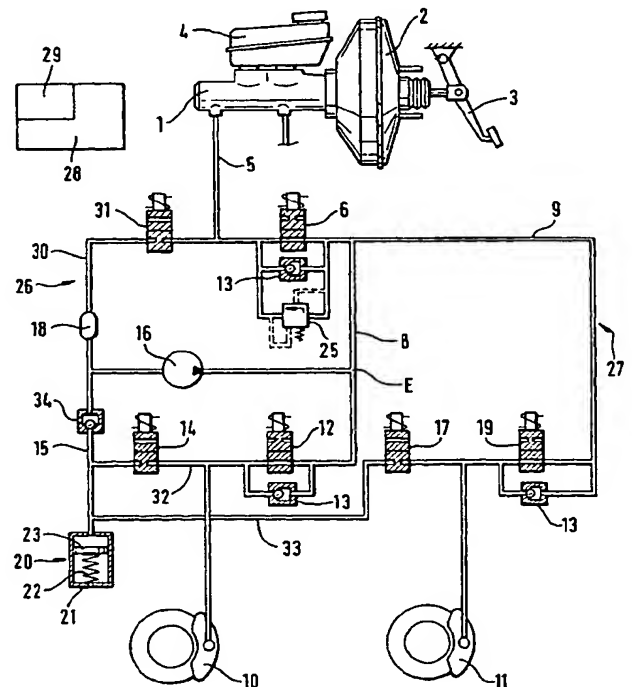
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 197 16 988 A1
DE 196 53 230 A1
DE 44 27 247 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren zur Druckmodulation von Bremsdrücken

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Druckmodulation von Bremsdrücken mit einer elektrischen Druckmittelpumpe in einer zweistreisigen Bremsdruckübertragungseinrichtung, mit den Schritten Einsteuern eines Bremsdruckes in den einen und/oder anderen Radbremskreis des einen Bremsdruckübertragungskreises, Halten des Bremsdruckes in dem einen und/oder anderen Radbremskreis des einen Bremsdruckübertragungskreises und Abbauen des Bremsdruckes in den einen und/oder anderen Radbremskreis des einen Bremsdruckübertragungskreises.
Um Geräuschemissionen zu reduzieren und die Möglichkeiten der Entbremsung durch den Fahrer während einer Fremdkraftbremsung zu erhöhen wird eine Aufteilung der Radbremskreise (26, 27) des einen Bremsdruckübertragungskreises in einen führenden und einen folgenden Radbremskreis mit unterschiedlicher Bremsdruckanforderung vorgesehen, wobei der führende Radbremskreis (26 oder 27) als Radbremskreis mit einer höheren Bremsdruckanforderung festgelegt wird und wobei ferner die Schritte Einsteuern, Halten und Abbauen des Bremsdruckes des folgenden Radbremskreises über den führenden Radbremskreis gesteuert oder geregelt werden.



DE 199 19 841 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Druckmodulation von Bremsdrücken nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Moderne Fahrzeugbremsanlagen weisen neben einer primären Druckmittelquelle für Hydraulikfluid (beispielsweise dem Bremszylinder/Tandem-Hauptzylinder) eine oder mehrere Druckmittelpumpen auf, mit denen für bestimmte Zwecke auch bzw. zusätzlich unter Druck stehendes hydraulisches Fluid gefördert werden kann. Beispielsweise handelt es sich hierbei um Druckmittelpumpen, die am Ventilblock angeordnet sind und die über die elektrische Ansteuerung eines Elektromotors und einen Exzenter betätigt werden. Zweck dieser Druckmittelpumpen ist der aktive Druckaufbau für bestimmte Steuerungs- bzw. Regelungszwecke, wenn der von der Hauptdruckquelle stammende Bremsdruck nicht ausreicht, um das Regelungsziel zu erreichen. Als Beispiel kann die Antriebsschlupfregelung genannt werden. In der Regel wird dann, wenn Antriebsschlupf vorliegt, seitens des Fahrers überhaupt nicht gebremst, so daß die primäre Druckquelle keinen Druck liefert. Gleichwohl kann zur Regelung des Antriebsschlupfs ein aktives Einsteuern, Halten oder Abbauen eines Bremsdruckes insbesondere an den Bremsen der angetriebenen Räder wünschenswert sein, so daß eine Einrichtung zur Druckmodulation, die einen Druckaufbau umfaßt, vorzusehen ist. Diese Einrichtung kann die eingangs genannte Druckmittelpumpe aufweisen.

Bisher wird bei einem Verfahren zur Druckmodulation von Bremsdrücken für eine Zweikreis-Bremsanlage beispielsweise mit Vorderachs-/Hinterachs-Aufteilung an einachsgetriebenen Fahrzeugen oder beliebiger Bremskraftaufteilung bei Allradfahrzeugen also bei allen zweikreisigen Bremsdruckübertragungseinrichtungen bei denen in beiden Rädern eine aktive Druckmodulation mit unterschiedlicher Bremsdruckanforderung in beiden Radbremskreisen vorgesehen ist, diese Bremsdruckmodulation durch separates Ansteuern von Ein- und Auslaßventilen des jeweiligen Radbremskreises zur Regelung des Antriebsschlupfs durchgeführt. Dabei wird die Druckmittelquelle von dem druckseitigen Förderkreis der Druckmittelpumpe getrennt, damit das hydraulische Fluid nicht in die Druckmittelquelle zurückströmen kann. Die Absperrung erfolgt mittels eines Trennventils.

Die Fördermenge und damit mittelbar der Bremsdruck wird auf diese Weise in jedem der beiden Radbremskreise einer Bremsdruckübertragungseinrichtung eingestellt. Dies hat jedoch den Nachteil, daß die Ventile gegen den Druck der Druckmittelpumpe arbeiten. Dadurch werden Geräusche erzeugt, die wie der ABS-Eingriff für den Fahrer hörbar werden und die den Eindruck hinterlassen, daß eine alarmierende Fahrsituation vorliegt, obwohl dies nicht unbedingt der Fall sein muß (beispielsweise bei Antriebsschlupfregelung oder bei einer regulären Bremsung).

Die bekannte Druckmodulation über die separate Ansteuerung von Ein- und Auslaßventilen sieht außerdem einen Abbau des Bremsdruckes aus beiden Radbremskreisen über die Auslaßventile vor. Dabei strömt das Druckmittel durch die Druckmittelpumpe und das dem Trennventil zugeordnete Druckbegrenzungsventil, welches das Druckniveau des Bremsdruckübertragungskreises vorgibt, in die Druckmittelquelle zurück. Besonders bei Fahrstabilitäts-Regelungen und bei heckgetriebenen Fahrzeugen mit hohem Druckniveau des Bremsdruckübertragungskreises wird die Druckmittelpumpe dabei in erheblichem Maß belastet, da sie gegen einen hohen Druck arbeitet. Darüber hinaus werden beim Überströmen des Druckbegrenzungsventils sowie beim Fördern durch die Druckmittelpumpe Geräuschemis-

sionen erzeugt, die für den Fahrer ebenfalls hörbar sind.

Eine derartige Bremsanlage ist in der DE 44 27 247 A1 beschrieben. Mit ihr kann sowohl eine geregelte Pedalkraftbremsung als auch eine geregelte Fremdkraftbremsung durchgeführt werden. Eine Pedalkraftbremsung ist eine Bremsung, bei der durch eine vom Fahrer gewollte Betätigung des Bremszylinders ein von der Bremsdruckübertragungseinrichtung vorgegebener Bremsdruck in den Radbremskreisen aufgebaut wird, während bei einer Fremdkraftbremsung, unabhängig von einer Pedalbetätigung, der Bremsdruck in den Radbremskreisen aufgebaut wird, der nach bestimmten Regelalgorithmen moduliert werden kann, so z. B. bei einer Antriebsschlupfregelung oder einer Fahrstabilitätsregelung. Bei einer Antriebsschlupfregelung wird der Bremsdruck in den Bremsen der angetriebenen Räder so eingestellt, daß das um das Bremsmoment reduzierte Motor-moment von den Reifen auf die Fahrbahn übertragen werden kann, ohne daß die Räder durchdrehen.

Die bekannte Bremsdruckübertragungseinrichtung besteht aus den Ein- und Auslaßventilen, dem Schaltventil, dem Trennventil, den Niederdruckspeichern und einer Rückförderpumpe. Durch Schalten der Ein- und Auslaßventile wird der Druck während der Fremdkraftbremsung in den angeschlossenen Radbremsen eingesteuert, gehalten und gesenkt. Der Druck wird bei geöffneten Einlaß- und Schaltventilen und geschlossenen Trenn- und Auslaßventilen in beiden Radbremskreisen aufgebaut. Ist der Druck der Bremsdruckanforderung erreicht, werden die beiden Einlaßventile bei noch aktiver Rückförderpumpe geschlossen. Mittels der Rückförderpumpe wird ein ausreichend hoher Druck eingangsseitig vor den Einlaßventilen aufgebaut, der ein abströmen des Druckmittels über die das Einlaßventil überbrückenden Rückschlagventile verhindert. Danach wird das Schaltventil geschlossen. Gehalten wird der Druck bei geschlossenen Ventilen, so daß über Schaltventil, Trennventil sowie Ein- und Auslaßventile kein hydraulisches Druckmittel in den Radbremskreisen strömen kann. Zum Druckabsenken werden nach einer Ausführungsvariante die Auslaßventile geöffnet, so daß das in den Radbremsen vorhandene, unter Druck stehende Druckmittel in die Niederdruckspeicher abfließt, von wo es mittels der Rückförderpumpe zum Bremszylinder gefördert wird. Die Aufgabe des Niederdruckspeichers besteht dabei im wesentlichen darin, das bei einem raschen Druckabbau aus den Radbremskreisen abgelassene Druckmittel zwischenzuspeichern, da die Rückförderpumpe wegen ihrer begrenzten Förderkapazität nur eine bestimmte Druckmittelmenge pro Zeiteinheit zu fördern vermag. Nach einer weiteren Ausführungsvariante wird das Einlaßventil und das Trennventil eines Radbremskreises geöffnet, so daß das Druckmittel des betreffenden Radbremskreises über das geöffnete Einlaßventil direkt zum Bremszylinder und durch diesen hindurch zur Druckmittelquelle abströmt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Druckmodulation von Bremsdrücken zu schaffen, das die Geräuschemissionen reduziert und die Möglichkeit der Einbremsung während der Fremdkraftbremsung erhöht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Durch das Verfahren zur Druckmodulation von Bremsdrücken mit einer elektrischen Druckmittelpumpe in einer zweikreisigen Bremsdruckübertragungseinrichtung, mit den Schritten Einsteuern eines Bremsdruckes in den einen und/oder anderen Radbremskreis des einen Bremsdruckübertragungskreises, Halten des Bremsdruckes in dem einen und/oder anderen Radbremskreis des einen Bremsdruckübertra-

gungskreises und Abbauen des Bremsdruckes in den einen und/oder anderen Radbremiskreis des einen Bremsdruckübertragungskreises, bei dem eine Aufteilung der Radbremiskreise des einen Bremsdruckübertragungskreises in einen führenden und einen folgenden Radbremiskreis mit unterschiedlicher Bremsdruckanforderung vorgesehen wird, und bei dem der führende Radbremiskreis als Radbremiskreis mit einer höheren Bremsdruckanforderung festgelegt wird und bei dem ferner die Schritte Einsteuern, Halten und Abbauen der Bremsdrücke des folgenden Radbremiskreises über den führenden Radbremiskreis gesteuert oder geregelt werden, werden die Geräuschemissionen bei der Fremdkraftbremsung reduziert, da das Einlaßventil des führenden Radbremiskreises auch nach der erreichten Bremsdruckanforderung geöffnet bleibt, so daß dieses Ventil nicht gegen den Druck der Druckmittelpumpe arbeiten muß. Das geschlossene Einlaßventil des folgenden Radbremiskreises arbeitet zwar gegen den Druck der Druckmittelpumpe, dieser Druck im folgenden Radbremiskreis ist jedoch auf den Differenzdruck zwischen dem führenden und folgenden Radbremiskreis beschränkt, so daß die Geräuschemissionen beim Öffnen dieses Einlaßventils ebenfalls reduziert sind. Durch das offene Einlaßventil ist eine Pedalkraftbremsung auch während der Druckmodulation möglich.

Nach einer Ausbildung der Erfindung, wird der Radbremiskreis des führenden Rades über das Öffnen eines Schaltventils mit einer Druckmittelquelle (Vorratsbehälter, Bremszylinder)verbunden und das Druckmittel über die im Radbremiskreis angeordnete Druckmittelpumpe in den führenden und folgenden Radbremiskreis bei von der Druckmittelquelle mit einem Trennventil getrennten Bremsdruckkreis eingesteuert. Durch dieses Vorgehen wird bei stromlos offenen Einlaßventilen der Druck in beiden Radbremskreisen entsprechend einer Bremsdruckanforderung der Radbremskreise aufgebaut.

Nach einer weiteren Ausbildung der Erfindung, wird der Radbremiskreis des führenden Rades bei einem geschlossenen Schaltventil mit einem Druckmittelspeicher verbunden und das Druckmittel über die im Radbremiskreis angeordnete Druckmittelpumpe in den führenden und folgenden Radbremiskreis bei von einer Druckmittelquelle mit einem Trennventil getrennten Bremsdruckkreis beigesteuert. Abhängig von dem Ladezustand des Druckspeichers (Niederdruckspeichers) kann das für den Druckaufbau benötigte Druckmittel für die beiden Radbremskreise diesem Druckmittelspeicher und/oder der Druckmittelquelle entnommen werden.

Gemäß der Erfindung ist in jedem Radbremiskreis ein Ein- und Auslaßventil vorgesehen, wobei die Bremsdruckanforderung des führenden und folgenden Radbremiskreises über das Einlaßventil des folgenden Radbremiskreises und das von der Druckmittelpumpe nach Maßgabe der Bremsdruckanforderung geförderten Druckmittels bei geöffnetem Einlaßventil des führenden Radbremiskreises und geschlossenen Auslaßventilen des führenden und folgenden Radbremskreises gesteuert wird. Durch die Aufteilung in einen führenden Radbremiskreis mit höherer Druckanforderung und einen folgenden Radbremiskreis mit geringerer Druckanforderung kann die Bremsdruckanforderung des folgenden Radbremskreises immer aus dem führenden Radbremiskreis aufgebaut werden. Dabei fördert die Druckmittelpumpe zur Bremsdruckeinstellung nur die für die Bremsdruckanforderung des führenden Radbremskreises erforderliche Fördermenge, wobei das stromlos offene Einlaßventil des führenden Radbremskreises nicht angesteuert werden muß.

Muß der Druck des folgenden Radbremskreises korrigiert werden, weil sich bei der Antriebsschlupfregelung bei-

spielsweise der Reibwert des Untergrundes ändert, wird die Bremsdruckanforderung des folgenden Radbremskreises aus dem führenden Radbremiskreis durch Öffnen des Einlaßventils des folgenden Radbremskreises bei aktiver oder passiver Druckmittelpumpe verändert. Sind dabei nur geringe Druckänderungen im folgenden Radbremiskreis vorzunehmen, kann bei ausreichender Druckdifferenz zwischen führenden und folgenden Radbremiskreis die Veränderung des Drucks im folgenden Radbremiskreis ausschließlich aus dem führenden Radbremiskreis erfolgen, ohne daß der Druck im führenden Radbremiskreis hin zur Bremsdruckanforderung korrigiert werden muß. Vorteilhaft wird der Bremsdruck der Radbremskreise bei geschlossenem Schaltventil, Trennventil und Auslaßventil und geöffnetem Einlaßventil des führenden Radbremskreises und geschlossenem Aus- und Einlaßventil des folgenden Radbremskreises gehalten. Durch das offene Einlaßventil des führenden Radbremskreises ist eine Pedalkraftbremsung bei diesem Modus der Fremdkraftbremsung möglich.

Nach einer weiteren Variante (Sonderfall) wird das Einlaßventil des führenden Radbremskreises in Abhängigkeit von dem Bremsdruck im Radbremskreis oder in Abhängigkeit von einer mit einer Zustandsgröße korrelierenden Zeitkonstanten geschlossen. Das Einlaßventil wird dabei nach einer vorgegebenen Zeit nach dem Schließen des Schaltventils geschlossen. Das im Druckmittelspeicher vorhandene Volumen wird dann über ein das Trennventil überbrückendes Druckbegrenzungsventil zurück in den Bremszylinder und den Vorratsbehälter gefördert. Diese Variante wird beispielsweise nur verwendet, wenn Volumen im Druckmittelspeicher infolge Druckabbau am folgenden Radbremskreis vorhanden ist und in Fahrsituationen, wie zum Beispiel bei einer Antriebsschlupfregelung auf homogenem Reibwert, in denen ein Überspringen des Drucks über den Wert der Bremsdruckanforderung erhebliche negative Auswirkungen auf das Radverhalten ausübt.

Nach einer weiteren Ausbildung der Erfindung, wird bei gegenüber der Bremsdruckanforderung erhöhtem eingesteuertem Bremsdruck der Bremsdruck nach einer ersten Variante bei geschlossenem Schalt- und Auslaßventil und geöffnetem Einlaßventil durch Öffnen des Trennventils im führenden Radbremiskreis über den Bremsdruckkreis in die Druckmittelquelle abgebaut. Nach einer zweiten Variante wird der Bremsdruck bei in Abhängigkeit von den Schritten Einsteuern oder Halten oder Abbauen der Bremsdrücke geschlossenem oder offenem Schalt- und/oder Trennventil im führenden Radbremiskreis im folgenden Radbremiskreis bei geschlossenem Einlaßventil durch Öffnen des Auslaßventils über eine Rücklaufleitung in den Druckmittelspeicher abgebaut.

Die auf berechneten Kenngrößen für die Schritte Einsteuern, Halten und Abbauen beruhenden Steuer- bzw. Regelsignale zum Ansteuern der Ventile nach dem erfindungsgemäßen Verfahren werden anhand eines Druckreglers, in dem ein Druckmodell abgelegt ist, vorgegeben, der mit den Steuer- bzw. Regeleinheiten für eine Antiblockierfunktion und/oder Antriebsschlupfregelung und/oder eine Fahrstabilitätsfunktion verbunden ist.

Zur Bremsdruckeinstellung in den führenden und folgenden Radbremskreis wird die Druckmittelpumpe mit vom Druckregler vorgegebenen graduellen Größen gesteuert, so daß sie graduell betrieben wird. Betriebszustände/ Fördermengen/ Drehzahlen der Druckmittelpumpe werden anhand der berechneten Bremsdruckanforderungen über die elektrische Ansteuerung, zum Beispiel über ein pulsweitenmoduliertes Signal, eingestellt, so daß die Druckmittelpumpe selbst ein Stellglied zur Einstellung des Bremsdrucks ist.

Dadurch daß die Druckmittelpumpe während der Schritte

Halten und Abbauen über die Einstellung der Energiezufuhr und/oder der Drehzahl und/oder der Förderleistung in einem vorgegebenen Grund(last)zustand, vorzugsweise mit geringster Energiezufuhr, Drehzahl und/oder Förderleistung, betrieben wird, d. h. daß die Druckmittelpumpe so angesteuert wird, daß sie nicht stehen bleibt, wird eine Veränderung des Ausgangszustandes des Pumpenkolbens vermieden, wie er beim Abschalten der Druckmittelpumpe eintritt. Dabei wird sicher verhindert, daß ein von der Pumpenkolbenstellung abhängiges Fördervolumen bei jeder Aktivierung der Druckmittelpumpe zu einer undefinierten Bremsdruckeinstellung in den Radbremskreisen führt.

Selbstverständlich ist es auch möglich die Rückförderpumpe abzuschalten, wenn der Einfluß des durch die Pumpenkolbenstellung veränderten Fördervolumens beim Anfahren der Rückförderpumpe unberücksichtigt bleiben kann.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 den hydraulischen Schaltplan einer Bremsanlage gemäß der Erfindung;

Fig. 2 ein Schaltschema über die Ansteuerung der Ventile, mit den Schritten Einsteuern, Halten und Abbauen.

Die in der **Fig. 1** dargestellte zweikreisige Bremsdruckübertragungsvorrichtung für Fahrzeuge besteht aus einem Bremszylinder **1** mit einem Bremskraftverstärker **2**, der durch ein Bremspedal **3** betätigt wird. An dem Bremszylinder **1** ist ein Vorratsbehälter **4** angeordnet, der ein Druckmittelvolumen enthält und in der Bremslösestellung an die Arbeitskammer des Bremszylinders **1** angeschlossen ist. Der dargestellte eine Bremsdruckübertragungskreis weist eine an eine Arbeitskammer des Bremszylinders **1** angeschlossene Bremsleitung **5** mit einem Trennventil **6** auf, das in seiner Ruhestellung einen offenen Durchgang für die Bremsleitung **5** bildet. Das Trennventil **6** wird üblicherweise elektromagnetisch betätigt. Es sind aber auch Variationen denkbar, bei der eine hydraulische Betätigung erfolgt.

Die Bremsleitung **5** verzweigt in zwei Bremsdruckleitungen **8, 9**, die jeweils zu einer Radbremse **10, 11** führen. Die Bremsdruckleitungen **8, 9** enthalten jeweils ein elektromagnetisch betätigbares Einlaßventil **12, 19** das in seiner Ruhestellung offen ist und durch Erregung des Betätigungsmagneten in eine Sperrstellung geschaltet werden kann. Jedem Einlaßventil **12, 19** ist ein Rückschlagventil **13** parallel geschaltet, das in Richtung des Bremszylinders **1** öffnet. Parallel zu diesen Radbremskreisen **26, 27** ist ein sogenannter Rückförderkreis angeschlossen, der aus Rücklaufleitungen **15, 32, 33** mit einer Rückförderpumpe **16** besteht. Die Radbremsen **10, 11** schließen über jeweils ein Auslaßventil **14, 17** über Rücklaufleitungen **32, 33** an die Rücklaufleitung **15** an und damit an die Saugseite der Rückförderpumpe **16**, deren Druckseite mit der Bremsdruckleitung **8** in einem Einmündungspunkt **E** zwischen dem Trennventil **6** und den Einlaßventilen **12, 19** verbunden ist.

Die Rückförderpumpe **16** ist als Hubkolbenpumpe mit nicht näher dargestelltem Druckventil und einem Saugventil ausgebildet. An der Saugseite der Rückförderpumpe **16** befindet sich ein Niederdruckspeicher **20**, bestehend aus einem Gehäuse **21** mit einer Feder **22** und einem Kolben **23**.

In der Verbindung zwischen dem Niederdruckspeicher **20** und der Rückförderpumpe ist ein vorgespanntes, zu der Rückförderpumpe öffnendes Rückschlagventil **34** eingesetzt.

Die Saugseite der Rückförderpumpe **16** ist weiterhin über eine Zusatzleitung **30** mit einem Niederdruckdämpfer **18** und einem Schaltventil **31** mit dem Bremszylinder **1** verbunden. Außerdem weist der Bremskraftübertragungskreis einen Druckregler **28** mit einem Druckmodell **29** zur Berech-

nung der Bremsdruckanforderungen in den Radbremskreisen **26, 27** auf. In dem Druckregler oder in anderen elektronischen Regeleinheiten wird auf der Basis der errechneten Bremsdruckanforderungen in jedem der Radkreise **26, 27** eine Bewertung der Radbremskreise **26, 27** nach der Höhe der Bremsdruckanforderungen vorgenommen. Es erfolgt eine Aufteilung der Radbremskreise **26** oder **27** in einen führenden oder folgenden Radbremskreis dahingehend, daß der Radbremskreis z. B. **26** mit der höheren Bremsdruckanforderung als führender Radbremskreis und der mit der geringeren Bremsdruckanforderung als folgender Radbremskreis **27** bestimmt werden. In Abhängigkeit von den Schritten Einsteuern, Halten oder Abbauen der Bremsdrücke in den Radbremskreisen **26, 27** bei einer Antriebsschlupfregelung werden nach den Bremsdruckanforderungen in dem Druckregler **28** Steuer- bzw. Regelgrößen generiert, mittels denen die Ventile **12, 19, 6, 17, 31** und die Rückförderpumpe betätigt werden können. Dabei wird der folgende Radbremskreis **26** oder **27** über den führenden Radbremskreis **26** oder **27** gesteuert oder geregelt, d. h. hydraulisches Druckmittel wird beim Druckaufbau in den folgenden Radbremskreis mit der geringeren Bremsdruckanforderung in der Höhe der Bremsdruckanforderung aus oder über den führenden Radbremskreis eingesteuert.

Wie **Fig. 2** zeigt, erfolgt der Druckaufbau in den Radbremskreisen **26, 27** bei geöffnetem Schaltventil **31** und geschlossenem Trennventil **6** über die Ansteuersignale **A** und **B** bei dem in Ausgangslage stromlos offenen Trennventil **6** und stromlos geschlossenen Schaltventil **31**. Dabei wird mittels der Rückförderpumpe **16** über den Bremszylinder **1** aus dem Vorratsbehälter **4** oder dem Niederdruckspeicher **20** Druckmittel in die Radbremskreise **26, 27** gefördert, in denen so entsprechend der berechneten Bremsdruckanforderung Druckmittel eingesteuert wird. Das Druckmittel wird über den Einmündungspunkt **E** von der Bremsdruckleitung **8** des z. B. führenden Radbremskreises **26** und in die Bremsdruckleitung **9** des folgenden Radbremskreises **27** über die Einlaßventile **12** und **19** zu den Radbremsen **10** und **11** geführt. Wenn der berechnete Wert der Bremsdruckanforderung im folgenden Radbremskreis **27** eingestellt ist, wird das Einlaßventil **19** mittels Schaltimpuls geschlossen. Das Druckmittel wird von dem graduell angesteuerten Motor der Rückförderpumpe im führenden Radbremskreis **26** bis zum Erreichen der Bremsdruckanforderung eingesteuert, danach bleibt das Einlaßventil **12** geöffnet, das Schaltventil **31** wird geschlossen. Trennventil **6** bleibt geschlossen. Es stellt sich ein konstanter Druck **C** ein.

Das Halten des Bremsdruckes in den Radbremskreisen **26, 27** erfolgt bevorzugt bei geöffnetem Einlaßventil **12**. Die Rückförderpumpe **16** wird dabei in einem Grundlastzustand betrieben, d. h. mit geringster Förderleistung und/Energiezufuhr und/Drehzahl, so daß der Pumpenkolben von dem Exzenter gerade noch bewegt wird. Dieser Betrieb der Rückförderpumpe **16** im Grundlastzustand wird bevorzugt über die pulsweitenmodulierte Ansteuerung des Pumpenmotors gesteuert, wenn kein Druckmittelvolumen im Niederdruckspeicher **20** gespeichert ist. In einem nicht erwünschten Sonderfall wird eine Drucküberhöhung durch ein Nachfördern der Rückförderpumpe aus dem Niederdruckspeicher **20** oder -dämpfer **18** während des Haltens des Bremsdrucks im führenden Radbremskreis **26** wirksam verhindert, indem das Einlaßventil **12** geschlossen wird. Das Schließen des Einlaßventils **12** wird durch einen zeitabhängigen Schaltimpuls nach dem Schließen des Schaltventils **31** in Fahr-situationen, wie zum Beispiel bei einer Antriebsschlupfregelung auf homogenem Reibwert, in denen ein Überschwingen des Drucks über den Wert der Bremsdruckanforderung erhebliche negative Auswirkungen auf das

Radverhalten ausübt, vorgenommen. Alternativ kann auch der Bremsdruck sensiert oder berechnet und das Einlaßventil 12 in Abhängigkeit von dem Bremsdruck geschlossen werden. Der Inhalt des Niederdruckspeichers 20 und/oder -dämpfers 18 wird über das Überdruckventil 25 in den Bremszylinder 1 und den Vorratsbehälter 4 zurückgefördert.

Der Druckabbau F des führenden Radbremskreises 26 erfolgt durch Öffnung des Trennventils 6, so daß Druckmittel über das offene Einlaßventil 12, das Trennventil 6 und den Bremszylinder 1 in den Vorratsbehälter 4 strömt. Das Trennventil 6 wird von dem Druckregler 28 mittels Schaltimpulsen D nach jedem Druckabbau geschlossen. Im folgenden Radbremskreis 27 wird bei geöffnetem Auslaßventil 17 und geschlossenem Einlaßventil 19 Druckmittel aus der Radbremse 11 in den Niederdruckspeicher 20 zurückgefördert. Der Niederdruckspeicher 20 übernimmt dabei eine Pufferfunktion.

Eine Korrektur der Bremsdruckanforderung des folgenden Radbremskreises 27 hin zu einer Bremsdruckerhöhung wird über die Öffnung des Einlaßventils 19 aus dem führenden Radbremskreis vorgenommen, dessen Bremsdruckanforderung in Abhängigkeit von vorgegebenen Regelschwellen ebenfalls korrigiert oder bei dem der verminderte Bremsdruck toleriert wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Druckmodulation von Bremsdrücken mit einer elektrischen Druckmittelpumpe in einer zweikreisigen Bremsdruckübertragungseinrichtung, mit den Schritten Einsteuern eines Bremsdruckes in den einen und/oder anderen Radbremskreis des einen Bremsdruckübertragungskreises, Halten des Bremsdruckes in dem einen und/oder anderen Radbremskreis des einen Bremsdruckübertragungskreises und Abbauen des Bremsdruckes in den einen und/oder anderen Radbremskreis des einen Bremsdruckübertragungskreises **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Aufteilung der Radbremskreise (26, 27) des einen Bremsdruckübertragungskreises in einen führenden und einen folgenden Radbremskreis mit unterschiedlicher Bremsdruckanforderung vorgesehen wird, daß der führende Radbremskreis (26 oder 27) als Radbremskreis mit einer höheren Bremsdruckanforderung festgelegt wird und daß die Schritte Einsteuern, Halten und Abbauen des Bremsdruckes des folgenden Radbremskreises über den führenden Radbremskreis gesteuert oder geregelt werden.
2. verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß der führende Radbremskreis (26 oder 27) der Radbremse (10 oder 11) über das Öffnen eines Schaltventils (31) mit einer Druckmittelquelle (4) verbunden wird und das Druckmittel über die im Radbremskreis angeordnete Druckmittelpumpe (16) in den führenden und folgenden Radbremskreis bei von der Druckmittelquelle mit einem Trennventil (6) getrennten Bremsdruckkreis (8, 9) eigesteuert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, daß der führende Radbremskreis (26 oder 27) der Radbremse bei geschlossenem Schaltventil (31) mit einem Druckmittelspeicher (20) verbunden wird und das Druckmittel über die im Radbremskreis angeordnete Druckmittelpumpe (16) in den führenden und folgenden Radbremskreis bei von einer Druckmittelquelle (4) mit einem Trennventil (6) getrennten Bremsdruckkreis (8, 9) eigesteuert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß in jedem Radbremskreis ein

Ein- und Auslaßventil (12, 19, 14, 17) vorgesehen ist und die Bremsdruckanforderung des führenden und folgenden Radbremskreises über das Einlaßventil (19) des folgenden Radbremskreises und das von der Druckmittelpumpe (16) nach Maßgabe der Bremsdruckanforderung geförderten Druckmittels bei geöffnetem Einlaßventil (12) des führenden Radbremskreises und geschlossenen Auslaßventilen (14, 17) des führenden und folgenden Radbremskreises gesteuert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsdruckanforderung des folgenden Radbremskreises aus dem führenden Radbremskreis bei geöffnetem Einlaßventil (12 oder 19) des folgenden Radbremskreises und aktiver oder passiver Druckmittelpumpe verändert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, daß der Bremsdruck der Radbremskreise bei geschlossenem Schaltventil, Trennventil und Auslaßventil und geöffnetem Einlaßventil (12 oder 19) des führenden Radbremskreises und geschlossenem Aus- und Einlaßventil des folgenden Radbremskreises gehalten wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 dadurch gekennzeichnet, daß bei gegenüber der Bremsdruckanforderung erhöhtem eingesteuerten Bremsdruck das Einlaßventil des führenden Radbremskreises in Abhängigkeit von dem Bremsdruck im Radbremskreis oder in Abhängigkeit von einer mit einer Zustandsgröße korrelierenden Zeitkonstanten geschlossen wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 dadurch gekennzeichnet, daß bei geschlossenem Schalt- und Auslaßventil und geöffnetem Einlaßventil (12) durch Öffnen des Trennventils (6) der Bremsdruck im führenden Radbremskreis über den Bremsdruckkreis in die Druckmittelquelle (4) abgebaut wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 dadurch gekennzeichnet, daß der Bremsdruck im folgenden Radbremskreis bei geschlossenem Einlaßventil (19) durch Öffnen des Auslaßventils (17) über eine Rücklaufleitung (33, 15) in den Druckmittelspeicher (20) abgebaut wird wobei im führenden Radbremskreis das Schalt- und/oder Trennventil in Abhängigkeit des Schrittes Einsteuern oder Halten oder Abbauen der Bremsdrücke geschlossen oder geöffnet ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 dadurch gekennzeichnet, daß die Kenngrößen für die Schritte Einsteuern, Halten und Abbauen des Bremsdruckes anhand eines Druckreglers (28) vorgegeben werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 dadurch gekennzeichnet, daß die Druckmittelpumpe (16) während des Einsteuerns des Bremsdruckes in den führenden und folgenden Radbremskreis mit vom Druckregler vorgegebenen graduellen Größen gesteuert wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 dadurch gekennzeichnet, daß die Druckmittelpumpe (16) während der Schritte Halten und Abbauen der Bremsdrücke über die Einstellung der Energiezufuhr und/oder der Drehzahl und/oder der Förderleistung in einem vorgegebenen Grund(last)zustand, vorzugsweise mit geringster Energiezufuhr, Drehzahl und/oder Förderleistung, betrieben wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

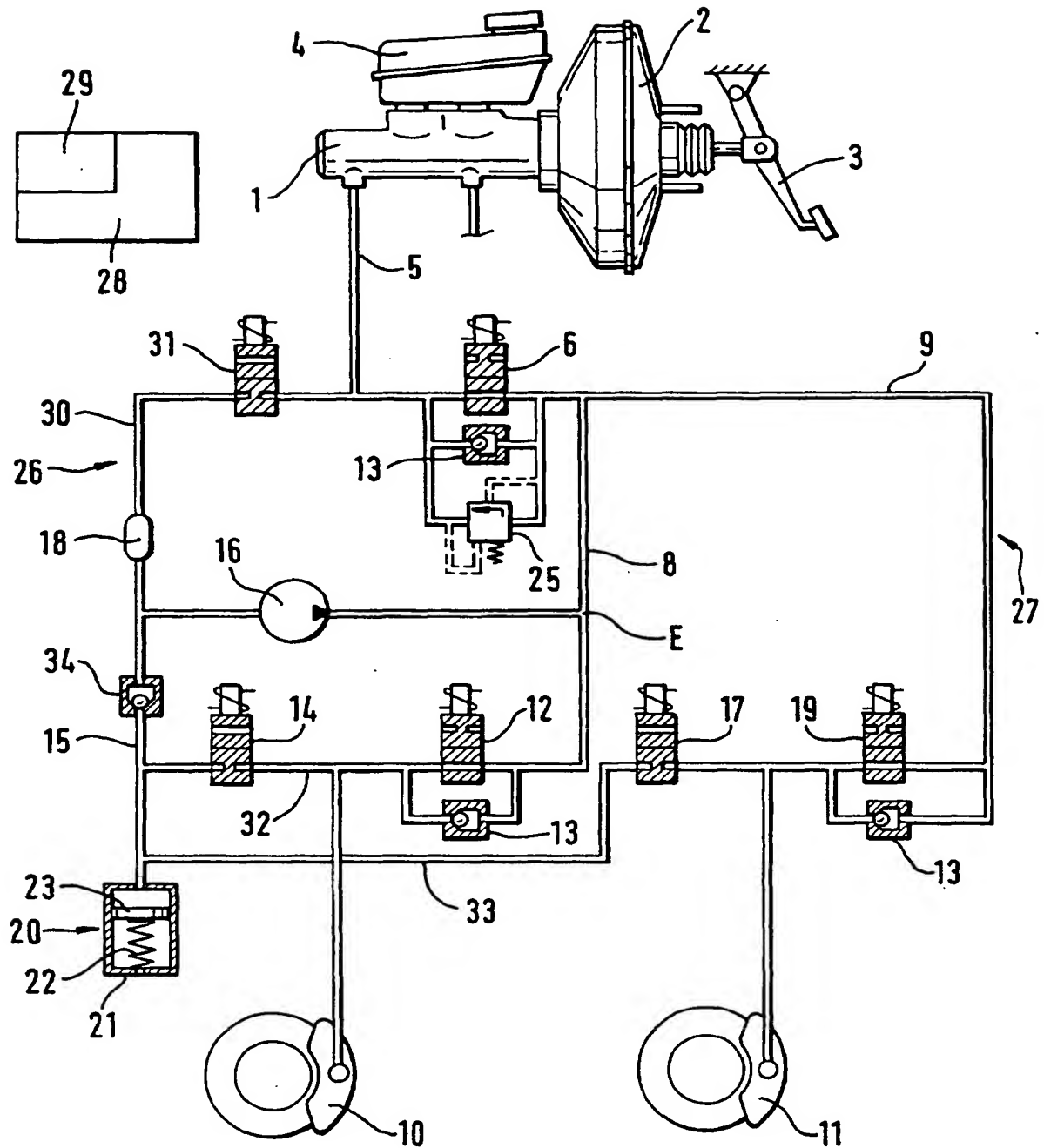


Fig. 2

